



SAHLGRENSKA AKADEMIN
INSTITUTIONEN FÖR NEUROVETENSKAP OCH
FYSIOLOGI
ENHETEN FÖR AUDIOLOGI

DIPLAKUSIS HOS YRKESMUSIKER,

BAKOMLIGGANDE ORSAKER & PREVENTION

- en litteraturstudie

Författare:

Niclas Lundqvist

Suzi Sadek

Examensarbete:	Självständigt vetenskapligt arbete i Audiologi, 15 hp
Program och kurs:	Audionomprogrammet, AUD620
Nivå:	Grundnivå
Termin/år:	VT 2018
Handledare:	Håkan Hua
Examinator:	Milijana Malmberg
Rapport nr:	xx (ifylles ej av studenten/studenterna)

Abstract

Nyckelord: Diplacusis, Noise Musicians, Interviews Musicians

- Syfte:** Att ta reda på de bakomliggande orsakerna till diplakusis hos yrkesmusiker och i vilken utsträckning dessa förekommer samt att undersöka preventiva åtgärder för riskgruppen.
- Metod:** Vår studie är en litteraturstudie. Vi har letat fram vetenskapliga artiklar om diplakusis och preventiva åtgärder med hjälp av databasen Pubmed. Resultatdelen utgår från 13 artiklar inom tidsspannet 1990–2017.
- Resultat:** Sjukdomar och skador i innerörat kan orsaka diplakusis. Yrkesmusiker har en ökad risk att förvärva en asymmetrisk hörselnedsättning som i sin tur kan orsaka diplakusis. En av de viktigaste preventionsåtgärderna för yrkesmusiker är att använda hörselskydd.
- Konklusion** Det finns flera bakomliggande orsaker till diplakusis där hörselskydd är en viktig och effektiv preventionsåtgärd. Det saknas fortfarande prevalens för alla typer av diplakusis även om första fallet upptäcktes 1907. Mer forskning behövs inom området och det finns även ett behov av studier med större undersökningsgrupper.



SAHLGRENSKA ACADEMY
INSTITUTE OF NEUROSCIENCE AND
PHYSIOLOGY
DEPARTMENT OF AUDIOLOGY

DIPLACUSIS IN MUSICIANS, UNDERLYING CAUSES & PREVENTION

- a review

Authors:

Niclas Lundqvist

Suzi Sadek

Thesis:	Scientific thesis, 15hp
Program and course:	Programme in Audiology, AUD620
Level:	First Cycle
Semester/year:	St 2018
Supervisor:	Håkan Hua
Examiner:	Milijana Malmberg
Report no:	xx (not to be filled in by the student/students)

Abstract

Key words: Diplacusis, Noise Musicians, Interviews Musicians

- Purpose:** To examine the causes of diplacusis in professional musicians, and to examine to what extent diplacusis exists. Another purpose was to examine which preventive measures that are taken for the risk group of diplacusis.
- Method:** Our study is a descriptive literature review. We have summarized scientific articles on diplacusis and preventive measures using Pubmed. The results are based on 13 articles, published during the period 1990 to 2017.
- Result:** Diseases and damage in the inner ear can cause diplacusis. Professional musicians are exposed to an increased risk of acquiring asymmetric hearing loss, which in turn may cause diplacusis. One of the most important prevention measures for professional musicians is to use hearing protection.
- Conclusion:** There are several underlying causes of diplacusis, and hearing protection is an important and effective preventive measure. The prevalence of all types of diplacusis is still unknown even though the first case of diplacusis was discovered in 1907. More research is needed and there's a need of studies that include larger study groups.

Förord

Tack Håkan Hua för god handledning & värdefull respons.

Tack Milijana Malmberg för relevanta kommentarer.

Studien har genomförts av båda författarna.

ORDFÖRKLARINGSLISTA/FÖRKORTNINGAR

Absorbent: ljudabsorberande yta

Dosimeter: ett instrument som bl a mäter ljud

DPOAE: Distortion product otoacoustic emissions

Fibrin: ett protein som erhålls från fibrinogen i närvaro av trombin och som utgör en del av blodproppen

Hydrops: ansamling av vätska i intercellulära utrymmen

Interaural: mellan öronen

Monaauralt: ena örat

MIHL: Music-Induced Hearing Loss

NIHL: Noise-Induced Hearing Loss

Ocklusionseffekten: upplevelsen av att ljudet låter förändrat pga. blockering i hörselgången

Otoakustiska emissioner (OAE): svaga ljud som skickas ut från innerörat när ett ljud presenteras i örat

SOAE: Spontaneous otoacoustic emissions

Tektorialmembranet: fibrös, acellulär struktur som ligger an mot hårcellerna

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

BAKGRUND	1
<i>Diplakusis då</i>	<i>1</i>
<i>Det cortiska organet</i>	<i>1</i>
<i>Diplakusis nu?</i>	<i>2</i>
<i>Otoakustiska emissioner</i>	<i>2</i>
<i>Ljudnivå</i>	<i>3</i>
<i>Mätning av ljudnivå</i>	<i>3</i>
<i>Buller</i>	<i>4</i>
<i>Ljudmiljön på arbetsplatsen</i>	<i>5</i>
<i>Öronproppar</i>	<i>5</i>
<i>Yrkesmusiker – en riskgrupp</i>	<i>6</i>
SYFTE.....	6
SPECIFIKA FRÅGESTÄLLNINGAR.....	6
METOD.....	7
MATERIAL.....	8
RESULTAT.....	8
<i>Vad finns det för bakomliggande orsaker till diplakusis?.....</i>	<i>8</i>
<i>Vad finns det för bakomliggande orsaker till diplakusis hos yrkesmusiker?.....</i>	<i>9</i>
<i>Vilka preventiva åtgärder kan vidtas vid diplakusis för riskgruppen yrkesmusiker?.....</i>	<i>10</i>
DISKUSSION	13
METODDISKUSSION	13
RESULTATDISKUSSION	13
<i>Klinisk relevans</i>	<i>16</i>
<i>Hållbarhet som begrepp</i>	<i>16</i>
KONKLUSION	17

REFERENSER.....	18
BILAGA 1.....	21

BAKGRUND

Diplakusis då

Shambaugh rapporterade första diplakusis fallet 1907 (Shambaugh, 1907) då han antog att diplakusis orsakades av en förändring i tektorialmembranet. Vidare framlade Shambaugh Jr. 1940 att diplakusis var orsakat av en skada i det kortiska organet. Skadan orsakade olika varianter av diplakusis; binauralis echoica, binauralis dysharmonica och monoauralis dysharmonica (Shambaugh, 1940).

Diplakusis binauralis echoica innebär att personen hör samma ljud med upprepande eko. Detta uppstår när det finns en skillnad i tidsuppfattningen mellan öronen (Shambaugh, 1940; Albers & Wilson, 1968a). Diplakusis binauralis dysharmonica (eller binaural diplakusis) innebär att ljudet hörs i rätt tonhöjd i ena örat och annorlunda i det andra. Diplakusis monoauralis dysharmonica innebär att ett öra uppfattar samma ljud som två olika (Shambaugh, 1940). I vår studie kommer vi att främst fokusera på binaural diplakusis eftersom de flesta studierna är gjorda utifrån denna typ (Burns, 1982).

Bortsett från tonhöjdsskillnader bilateralt kan toner upplevas som skorrande, otrevlig eller smärtsam vid binaural diplakusis (Albers et al., 1968a). Shambaugh och Knudsen ansåg att tektorialmembranet "kastade om" tonerna till olika frekvenser på grund av fibrin eller läckage av blod från blodkärl (Albers et al., 1968a). För diagnostisering av diplakusis användes en stämgaffel. 1950 kunde man även säga att diplakusis orsakade en märklig ringkvalitet till ljudet av den mänskliga rösten (Albers et al., 1968a).

Det cortiska organet

Det cortiska organet (cochlean) består av yttre och inre hårceller som är fästa i basilarmembranet. Hårcellerna är ordnade i tre rader yttre hårceller och en rad inre hårceller. Hårcellen är byggd med sinneshår (stereocilier) som sitter på toppen av hårcellen. Stereocilierna är organiserade i ett trappstegsmönster på hårcellen från längst till den kortaste och sammanlänkas av s.k. tip-links. Hårcellerna omringas av stödjande celler. De yttre och inre hårcellerna avskiljs av den cortiska tunneln. Inre hårceller är kopplade till spirala ganglieceller av typ 1 medan yttre hårceller är kopplade till spirala ganglieceller av typ 2. Ovanför de yttre och inre hårcellerna sitter tektorialmembranet som är fäst vid stereocilierna. När stereocilierna böjs omvandlas den mekaniska energin till elektriska nervimpulser som skickas vidare till hjärnan (Salvi, Sun & Lobarinas, 2007).

Diplakusis nu?

Alla människor har en liten skillnad i tonhöjden mellan öronen, normalt mellan 1-2 % beroende på utmattning och bullerexponering men skillnaden är så liten att den inte märks av (Albers et al., 1968a). Diplakusis är när skillnaden i tonhöjden blir allt högre så att den stör vardagen för individen. Förutom dubbelhörningen kan personer med diplakusis också utveckla tinnitus (Burns, 1982). Diplakusis kan vara medfödd (tondövhet) eller förvärvad på grund av allergi, trauma, infektion, toxin eller onormal tillväxt av ny vävnad (Albers & Wilson, 1968b). Orsaken till diplakusis kan bero på tryckförändring eller förändring av endolymfan i innerörat vilket hämmar blodflödet till de yttre och inre hårcellerna (Albers et al., 1968b). En annan teori förklarar att diplakusis kan orsakas av försämrade syretillförsel i blodet eller blockerade artärer vilket leder till en degeneration av kortiska organet (Albers & Wilson, 1968c). Kokleär hydrops och/eller endolymfatisk hydrops kan orsaka en generell spänning av basilarmembranet vilket kan orsaka förändringar i frekvenserna som då leder till diplakusis (Albers et al., 1968c)

Otoakustiska emissioner

Enligt Kähäri, Axelsson, Hellström & Zachau (2001) har mätning av otoakustiska emissioner kombinerat med taligenkänningstest med brus, ett diagnostiskt värde för att tidigt upptäcka hörselskador hos yrkesmusiker jämfört med att enbart använda tonaudiometri.

Mätningen av otoakustiska emissioner (OAE) syftar till att mäta individens kokleära funktion genom akustisk stimulering (Kemp, 2002). Med OAE, menas det svaga ljud som vid yttre ljudstimulering skickas tillbaka från cochlean med sin utgång från runda och ovala fönstret. OAE ger frekvensspecifika svar som tenderar att uppkomma vid frekvensband där det finns hörsel inom normalområdet. Detta gör att OAE kan stimuleras och detekteras i friska öron, medan svagare eller helt uteblivna svar indikerar på preneural kokleär skada (Kemp, 2002). Dessa skador kan ha uppstått på grund av bullerexponering, strypt syretillförsel, ototoxiska läkemedel eller endolymfatisk hydrops (Kemp, 2002) vilket också har observerats hos patienter med diplakusis (Albers & Wilson, 1968b; Albers & Wilson, 1968c). OAE-svaren är för det mesta lika på båda öronen och en sidoskillnad kan vara indikation på att det finns en skada. På grund av att de otoakustiska emissionerna leds tillbaka genom hörselbenskedjan blir denna mätning känslig för konduktiva komponenter samt hinder i hörselgången som t ex vax, vilka kan förhindra registrering av emissionerna. OAE är känslig för metaboliska och

fysiologiska förändringar som t ex intag av aspirin och vätskedrivande medel kan förorsaka (Kemp, 2002; Glatcke & Robinette, 2007).

Det finns olika metoder för att mäta OAE. Spontana otoakustiska emissioner (SOAE) är rena toner från -10 till 30 dB SPL som uppstår slumpmässigt hos 30-40 % av yngre friska öron. SOAE uppstår alltså utan någon form av ljudstimulering och registreras med hjälp av en probe med en mikrofon som placeras i hörselgången. SOAE är en smalbandig signal som detekteras av ett högupplöst spektralt genomsnitt. En annan metod mäter distorsionsprodukter (DPOAE) när rena toner, primaries, presenteras via varsin högtalare i proben (Kemp, 2002; Glatcke et al., 2007). Det är just DPOAE som enligt Kähäri med kollegor (2001) har ett diagnostiskt värde för att tidigt upptäcka hörselskador hos yrkesmusiker.

Ljudnivå

Ljud uppstår utav tryckvariationer från en ljudkälla och överförs i olika hastigheter beroende på medium och temperatur t ex vid 20 °C färdas ljudet i hastigheten 343 m/s (Johansson & Backteman, 2002). När ljudvågorna når ytterörat känner trumhinnan av tryckvariationerna i olika styrkegrader (amplituder). Amplitud är alltså ett mått på ljudstyrkan. En människa kan uppfatta ett amplitudomfång mellan en till miljon, därför studeras ljudstyrkan efter en logaritmisk skala som betecknas i nivå och anges i enheten decibel (dB). Ljudnivån kan beräknas utifrån ljudets styrka, intensitet eller effekt. För en normalhörande människa ligger lägsta hörbara ljudnivå vid 0 dB och smärtgränsen vid 120 dB (Johansson et al., 2002). Tiden för att ljudtrycksnivån ska minska 60 dB efter att ljudkällan har upphört kallas efterklangtid. Ljudenergin klingar av när det reflekteras i rummet och ju större volym ljudet färdas i desto längre efterklangtid (Johansson et al., 2002).

Mätning av ljudnivå

En ljudnivåmätare använder vägningsfilter för att kunna jämföras med mänsklig ljuduppfattning (Johansson et al., 2002). De två vanligaste vägningsfilter kallas A- och C-vägningsfilter. Det A-vägda filtret dämpar mycket vid de låga frekvenserna och dämpar mindre vid de höga frekvenserna. Det efterliknar örats känslighet för olika frekvenser och används för att bedöma hörselskaderisken. Det C-vägda filtret dämpar lite både vid låga och höga frekvenser och används för att bedöma impulsjud. För att registrera den totala bullernivån under en längre tid med varierande styrka används en dosimeter. För att bedöma en rimlig ljudmiljö har ekvivalent ljudtrycksnivå införts. Det är ett genomsnittligt medelvärde

på ljudtrycksnivån under en viss tid. 3 dB ökning av den ekvivalenta ljudtrycksnivån halverar exponeringstiden för samma ekvivalenta ljudtrycksnivå och fördubblas vid en sänkning av 3 dB. Detta kallas för lika energiprincipen (Johansson et al., 2002).

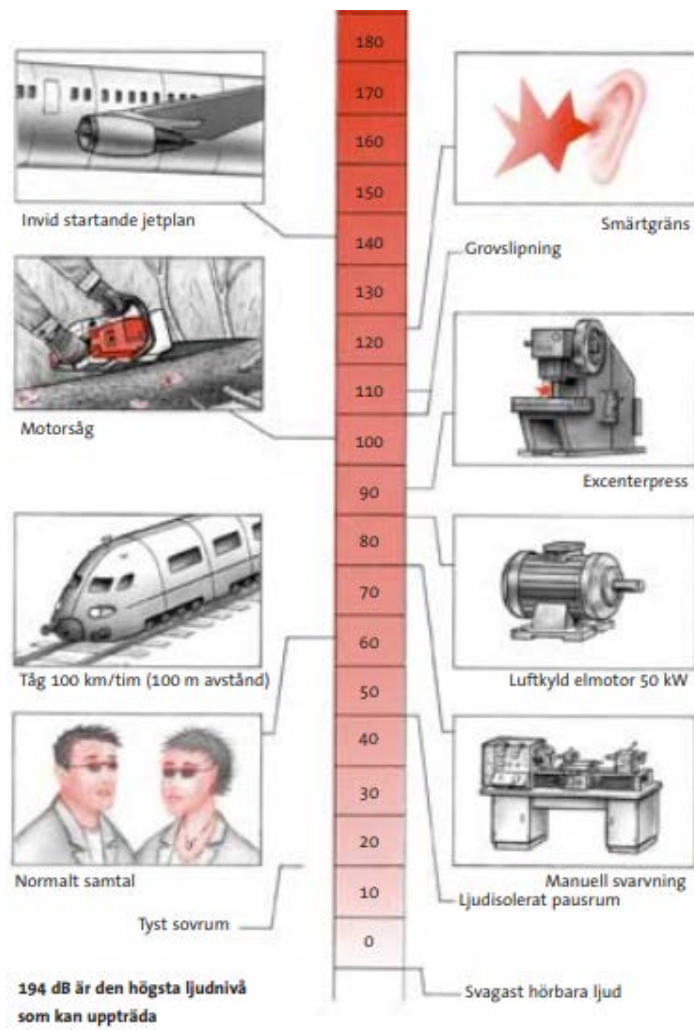


Bild 1. Ljudnivån (dBA) från 1 meters avstånd (Johansson et al., 2002).

Buller

Ordet buller brukar definieras som ett oönskat ljud skriver Kähäri & Arbetslivsinstitutet (2004).

Ett kraftigt, kort buller kan orsaka en temporär hörselnedsättning som går över av sig självt efter en stunds hörselvila (Johansson et al., 2002). Däremot kraftigt buller under en lång tid kan orsaka en permanent hörselnedsättning eftersom hårcellerna i innerörat slits och lossnar från basilarmembranet. När hårceller lossnar kan även tinnitus uppstå. Precis som lika energiprincipen minskar exponeringstiden för en hörselskada ju kraftigare bullret är.

Dynamikområdet minskar också för den som har fått en hörselnedsättning vilket innebär att ljudstyrkan förändras kraftigare än för normalhörande (Johansson et al., 2002). De flesta musikinstrument i en symfoniorkester kan producera fram ljudnivåer som är hörselskadliga menar Arbetsmiljöverket (2009). Det som också avgör risken för en hörselskada är exponeringstiden (Arbetsmiljöverket, 2009).

Ljudmiljön på arbetsplatsen

Ljudmiljön på en arbetsplats kan jämföras med ekvivalentnivån i kontinuerlig A-vägd ljudtrycksnivå (Johansson et al., 2002). En normal arbetsdag motsvarar åtta timmar. Hörselskydd ska användas om ljudtrycksnivån överstiger/likas med 115 dBA, impulstoppvärdet 135 dBC och/eller ekvivalentnivån 85 dB under en 8-timmars arbetsdag (Johansson et al., 2002). Arbetsmiljöverket rekommenderar att använda hörselskydd vid 75–80 dBA eftersom vissa individer är mer känsliga och riskerar att få en hörselnedsättning. Hörselskydd ska finnas tillgängligt på arbetsplatsen om ekvivalentnivå överstiger/likas med 80 dB under en 8-timmars arbetsdag och/eller impulstoppvärdet är 135 dBC (Johansson et al., 2002).

Öronproppar

Hörselskydd används för att skydda användaren mot skadliga ljudnivåer enligt de riktlinjer som presenterades tidigare. De ska användas enligt tillverkarens bruksanvisning och vara CE-märkta (Conformité Européenne) vilket betyder att tillverkaren uppfyller de europeiska kraven. Det är viktigt att hörselskydden sätts på innan och är fortsatt på undertiden personen vistas i hörselskadlig ljudmiljö. Hörselskydd omfattas av både kåpor och proppar men denna litteraturstudie kommer endast att inriktas på öronproppar (Johansson et al., 2002).

Det finns olika typer av öronproppar; individuellt anpassade, proppar som formas innan de sätts på och proppar som är färdigformade i olika storlekar (Johansson et al., 2002). För att få individuellt anpassade proppar måste en avgjutning av hörselgången göras. Färdigformade proppar är tillverkade av glasdun, silikongummi eller plast och kan förekomma i olika storlekar. Proppar som formas komprimeras innan de sätts in i hörselgången och expanderas därefter. När användaren första gången provar öronproppar är det viktigt att hon får känna sig fram med rätt storlek och form för bästa möjliga komfort. Det är också viktigt att dämpningen är tillräcklig men inte för hög då det kan störa kommunikation och ljuddynamiken.

Regelbunden rengöring av öronpropparna rekommenderas och rengöring enligt tillverkarens bruksanvisning (Johnsson et al., 2002).

Yrkesmusiker – en riskgrupp

En kohortstudie som genomfördes mellan åren 2004–2008 av 7 miljoner individer visade att musiker är en riskgrupp för bullerinducerad hörselnedsättning (Noise Induced Hearing Loss, NIHL). Mer än 3 miljoner deltagare var valbara, varav 2227 identifierades som professionella musiker (0,07 %). NIHL kan orsakas av ett akustiskt trauma på grund av explosioner, skottlossning mm. Det kan också utvecklas gradvis genom upprepad exponering av för högt ljud (Schink, Kreutz, Busch, Pigeot, & Ahrens, 2014). Den grupp av musiker som kan drabbas av NIHL är ganska mångsidig där bland annat instrumentella musiker såväl som sångare, dirigenter och tonsättare ingår. Kohortstudien visade även att det är många med NIHL som lider av försämrad livskvalité (Schink et al., 2014).

Diplakusis skulle vara en förödande konsekvens för yrkesmusiker som är beroende av att kunna höra rätt tonhöjd när de stämmer sina instrument eller spelar stränginstrument som kräver precisionsskicklighet. Minsta felprecision p.g.a. diplakusis skulle ge ifrån sig en falsk ton från instrumentet och skulle kunna förstöra ett framträdande. Forskning om diplakusis är bristande även om fenomenet har känts till länge. Av den anledning vill vi lyfta fram den forskning som finns om bakomliggande orsaker till diplakusis, specifikt hos yrkesmusiker samt belysa den forskning som finns om preventiva åtgärder för just den här yrkesgruppen.

SYFTE

Syftet med arbetet är att kartlägga forskningsläget idag om bakomliggande orsaker till diplakusis, specifikt hos yrkesmusiker och om de preventiva åtgärderna för den här yrkesgruppen.

Specifika frågeställningar

- *Vad finns det för bakomliggande orsaker till diplakusis?*
- *Vad finns det för bakomliggande orsaker till diplakusis hos yrkesmusiker?*
- *Vilka preventiva åtgärder kan vidtas vid diplakusis för riskgruppen yrkesmusiker?*

METOD

Metoden gick ut på att vi sökte fram artiklar från databasen PubMed med hjälp av sökorden “Diplacusis”, “Noise Musicians” & “Interviews Musicians”. Första kriteriet var i första hand att artiklarna skulle vara originalartiklar. Andra kriteriet var att artiklarna var granskade (peer-reviewed). Tredje kriteriet var att tidsspannet för publicitet skulle ligga mellan 1990–2017. Fjärde kriteriet var att artiklarna skulle vara relevanta för att kunna besvara våra två frågeställningar. Tabell 1 visar inklusionskriterier och exklusionskriterier för litteraturstudien.

Tabell 1. Inklusions- och exklusionskriterier

Inklusionskriterier	Exklusionskriterier
Originalartiklar och researchs	Reviews
Granskade (peer-reviewed)	Ej peer-reviewed
Publicerade mellan 1990–2017	Publicerade innan 1990 & efter 2017
Artiklar relevanta för att kunna besvara en/båda frågeställningarna	Ej relevanta artiklar för litteraturstudien
Språk: engelska, svenska	Annat än svenska & engelska

Sökstrategi

Genom att studera artikelns sammanfattning fick vi en överblick över dess innehåll och relevans. När vi hade valt ut artiklarna delade vi upp materialet så att vi granskade hälften vardera och placerade in den nya kunskapen i resultat och diskussion. Granskningen och resultatet skrev vi var för sig medans bakgrund och diskussionen skrev vi tillsammans. Bakgrunden bygger på relevanta artiklar som vi har hittat från vårt material, en kursbok och två handböcker samt en rapport från Arbetsmiljöverket. På grund av bristande forskning omfattas bakgrunden av artiklar från 1907. I början av projektplanen sattes tidsspannet mellan 1997–2017 men eftersom vi inte lyckades hitta relevanta artiklar utökades tidsspannet till 1990–2017. Vi började med sökorden “Diplacusis AND Rehabilitation”, “Diplacusis AND Hearing Loss”, “Diplacusis AND Hearing Aid” och “Diplacusis AND Musicians” och reviderade de till sökorden som återges i tabellen nedan. Tabell 2 visar antalet träffar och valda källor från databaserna.

Tabell 2. Databaser och söktermer

Databas	Söktermer	Antal träffar	Valda källor
Pubmed	Diplacusis	45	5
Pubmed	Noise Musicians	220	6
Pubmed	Interviews Musicians	36	1
Manuell sökning		1	1
Totalt		302	13

MATERIAL

För översikt av artiklarna, var god se bilaga 1.

RESULTAT

Vad finns det för bakomliggande orsaker till diplakusis?

Vår granskning visar att det kan finnas flera bakomliggande orsaker till diplakusis. En av de är en förvärvad hörselnedsättning (Colin, Micheyl, Girod, Truy & Gallego, 2016). Skadade hårceller och/eller auditiva nervfibrer i cochlean orsakar en interaural differens när hjärnan tolkar ljudet. När det specifika frekvensområdet inte kan uppfattas stimuleras området nära det skadade området. En kraftig skada på cochlean ger upphov till döda regioner d.v.s. hörtrösklar som är större än 90 dBHL eller 75–80 dBHL vid låga frekvenser. När hjärnan försöker tolka ljudet kan diplakusis uppstå. Även centrala effekter i samband med hörselnedsättningen kan vara en bakomliggande orsak (Colin et al., 2016).

Tidigare studier om diplakusis har gjorts i små undersökningsgrupper som har omfattats av 10 eller färre deltagare (Colin et al., 2016). Därför är det svårt att uppskatta prevalensen för diplakusis menar Colin et al. (2016). Individer med hörselnedsättning och särskilt med asymmetrisk hörselnedsättning har större risk att drabbas av diplakusis jämfört med normalhörande (Colin et al., 2016).

En intressant metod som gjordes av Jansen et al. (2009) gick ut på att jämföra deltagarens uppfattning av ljudstyrka och tonhöjd bilateralt genom att presentera olika toner och ljudstyrkor. När testledaren justerade tonhöjden i 1dB-steg och 1Hz-steg efter deltagarens

önskemål uppmättes den interaurala differensen bilateralt. Studien visade att diplakusis ökade vid de högre frekvenserna (Jansen, Helleman, Dreschler & Laat, 2009).

Binaural diplakusis kan mätas genom att en individ justerar frekvensen av en ton i ett öra tills den matchar en ton med fast frekvens som presenteras i det andra örat, d.v.s. ”binaurala pitch-matchningar”. Frekvensskillnaden mellan öronen kan användas som ett mått på binaural diplakusis. Det har rapporterats att tonhöjden i det drabbade örat kan vara antingen högre eller lägre än tonhöjden i det friska örat. Binaural diplakusis inträffar ibland när intensiteten skiljer sig tydligt vid de två öronen (Brännström & Grenner, 2008).

Diplakusis kan orsakas på grund av en plötslig, ensidig sensorineural hörselnedsättning som i sin tur beror på en virusinfektion, ruptur i runda fönstret, huvudtrauma, vestibularisschwannom eller Ménières sjukdom. Centrala skador kan även orsaka diplakusis. I studien undersöktes ett fall som hade fått diplakusis på grund av en virusinfektion/inflammation. Inflammation i vävnaden eller vätsketryck kan ge upphov till att basilarmembranet och den vandrande vågen i innerörat påverkades. Infektionen/inflammationen var reversibel och orsakade inte en permanent skada i innerörat (Knight, 2004). Det behövs mer forskning hur man med hjälp av DPOAE kan mäta förändringar i de cochleära mekanismerna. Studien av Knight (2004) visar att det finns en skillnad på tidsförloppet mellan diplakusis och otoakustiska emissioner.

Vad finns det för bakomliggande orsaker till diplakusis hos yrkesmusiker?

Flera av våra studier pekar på att musiker har en ökad risk att drabbas av en asymmetrisk hörselnedsättning på grund av orkesterposition eller utav instrumentposition (Schmidt, Pedersen, Juhl, Christensen-Dalsgaard, Andersen, Poulsen & Bælum, 2011; Emmerich, Rudel & Richter, 2008). I Australien undersöktes hur ljudexponering påverkade den interaurala skillnaden bilateralt på grund av instrument och orkesterposition. Det visar att det finns en märkbar asymmetri hos vissa instrumentalister. Hos stråkar uppmättes 95–98 dB på vänster sida och 89–92 dB på höger sida under orkesterövningar och konserter. Det förekom även när violinister övade individuellt. Orsaken till asymmetrin var huvudets nära position till instrumentet. Positionen i orkestern kunde också orsaka en exponeringsasymmetri. Musiker utsattes för ekvivalentnivån 92 dBA under en 8-timmars arbetsdag vilket ökade risken för en bullerskada. Impulsljud överskred 115 dBC från blåsinstrument och slagverk vilket också ökade risken för en bullerskada (Schmidt et al., 2011). Högsta exponeringsskillnad bilateralt uppmättes hos försteviolinist/konsertmästare, violaspelare och därefter andreviolinister.

Vänster öra exponerades mer än höger hos både violinister och trombonister. Hos piccolaflöjtister exponerades höger öra mer jämfört med vänster öra (Schmidt et al., 2011). En tysk studie som också studerade orkestermusiker bekräftar att violinister har en mer uttalad hörselnedsättning och tinnitus i vänster öra (Emmerich et al., 2008).

En studie från Portugal har visat att musiker löper större risk att utveckla öronpatologier, särskilt musikinducerad hörselnedsättning (Music-Induced Hearing Loss, MIHL) som är ett tillstånd som liknar bullerinducerad hörselnedsättning (NIHL) då man redan som student utsätts för hög ljudnivå (Rodrigues, Amorim, Silva, Neves, Sousa & Inácio, 2015). Bland de självrapporterade hörselskadorna hos musikeleverna var tinnitus högst rapporterad mellan båda skolorna (gymnasiet: 69,9%, högre utbildning: 67,5%) och dess förekomst var högre i anslutning till en ensemble. Hyperakusi var det näst mest rapporterade hörselbesvär (gymnasiet: 30,1%, högre utbildning: 31,6%). I gymnasiet hade också ett stort antal elever rapporterat diplakusis (30,1%) och på högskolan (29,1%). Resultaten av denna studie visade att musikstudenter utsätts för höga ljudnivåer under sin akademiska verksamhet. Denna exponering förstärks utav övning utanför skolan, andra aktiviteter som att spela i band, lyssna på musik med hörlurar och/eller delta i konserter. Med tanke på detta riskerar eleverna att utveckla MIHL på samma sätt som professionella musiker. Detta speglar vikten av att börja ingripa i samband med minskning av bullerrisken tidigt när musiker börjar sin verksamhet som studenter (Rodrigues et al., 2015).

Vilka preventiva åtgärder kan vidtas vid diplakusis för riskgruppen yrkesmusiker?

En preventiv åtgärd är att använda proppar visar flera av våra granskade artiklar (Beach & O'Brien, 2017; Zander, Spahn & Richter, 2008; McBride, Gill, Proops, Harington, Gardiner & Attwell, 1992). Laitinen & Poulsen (2008) tar upp vikten av att montera akustiska skärmar och att utöka avståndet mellan musikerna som en preventiv åtgärd. Ökad kommunikation mellan arbetsgivare och arbetstagare är andra exempel på åtgärder. Genom att placera ut plexiglasskärmar skyddas musiker och/eller publiken mot skadliga ljudnivåer (McBride et al., 1992).

Den största fördelen med proppar är skyddet mot skadligt ljud, hävdar deltagarna i studien av Beach et al. (2017). Minskad oro för bullerskada, smärta, ljudtrötthet, tinnitus samt ökad ljudkomfort och prestationsförmåga var ytterligare fördelar. Många av deltagarna i studien upplevde att de kunde höra ljuden klarare med hjälp av öronproppar, särskilt höga frekvenser och i starka ljudvolymmer (Beach et al., 2017). Flera deltagarna upplevde att det var lättare att

hantera formgjutna öronproppar än standardiserade öronproppar. Den vanligaste nackdelen med öronproppar var upplevd försämrad ljudkvalité på grund av ocklusionseffekten, särskilt hos sångare och musiker som spelade blås-, brass- eller stränginstrument. Ocklusionseffekten gjorde att musikerna hade svårare att bedöma dynamiken och intonationen med instrumentet eller med andra i orkestern. Ökad oro för missförstånd och tillvänjningstid var ytterligare nackdelar (Beach et al., 2017).

En tysk studie visade att slagverkare var den största gruppen som använde individanpassade öronproppar, hade lägst andel bullerskador och hörselrelaterade symtom (Zander et al., 2008). Nästan 70 % av deltagarna i studien var oroliga för att få en arbetsrelaterad hörselnedsättning och 29 deltagare var osäkra på tonhöjden på grund av sin hörselnedsättning. Användandet av öronproppar hängde på musikerns egna känsla, hur mycket hon stördes av sitt egna eller andras instrument. Hörselnedsättning och hörselsymptom ökade med antalet år som yrkesverksam eftersom antalet anpassade öronproppar minskade med antalet år som yrkesverksam. Det behövs mera preventiva åtgärder för att tidigt upptäcka hörselsymptom och/eller bullerskada, t ex genom information, utbildning, användning av hörselskydd och regelbundna hörselkontroller. Vidare är det viktigt att se över yrkesmusikernas arbetsscheman och arbeta för en god arbetsmiljö som är anpassad efter yrkesgruppen och uppmuntra fler att använda sina öronproppar (Zander et al., 2008).

Öronproppar som rekommenderas till yrkesmusiker är individuellt anpassade till hörselgången med ett linjärt filter för att balansera dämpning och ge en ökad komfort (Zander et al., 2008). Fabrikstillverkade öronproppar med filter dämpar alla frekvenserna lika mycket. Vanliga skumproppar saknar ett linjärt filter och orsakar distorsioner för att höga frekvenser maskeras mer än låga. Även bomull eller papper i öronen ger samma effekt. Skillnaden mellan individanpassade och fabrikstillverkade öronproppar med filter är minimal och det finns ingen skillnad i upplevelsen av sonoritet (Zander et al., 2008).

I en finsk enkätstudie av Laitinen et al. (2008) använde 49 % av musikerna öronproppar bilateralt, 35 % monauralt, 83 % ibland, 15 % ständigt och 16 % beroende på situationen t ex ljudkällans lokalisation. Violinister använde öronproppar oftare i vänster öra. Ljudtrötthet och modern musik ökade användningsfrekvensen. De använde mest sina öronproppar under orkesterövning, framträdanden och något lägre under individuella övningar eller i undervisning. 43 % av musikerna var inte vana att använda sina öronproppar och 29 % slutade att använda de p.g.a. besvärlig och tidskrävande hantering. I genomsnitt använde

musikerna öronproppar i 8 år, intervallet låg mellan ett halvår upp till tjugo år. De yrkesmusiker som föredrog anpassade öronproppar valde det p.g.a. dämpning, passform och skydd. Engångsproppar kritiserades för att de var för synliga (Laitinen et al., 2008). De som bytte från anpassade- till engångsproppar gjorde det p.g.a. att anpassade tog lång tid att anpassa, orsakade svett eller dämpade för mycket. Klåda, infektion i hörselgången, smärta och ocklusionseffekt gjorde att yrkesmusiker slutade använda sina öronproppar. 23 % av musikerna hade en ökad vaxproduktion. Öronpropparna gjordes rena sällan och hos vissa bara en gång per år (Laitinen et al., 2008).

Studien av Laitinen et al. (2008) visade att endast 10% vände sig direkt vid sina öronproppar medan det hos majoriteten kunde dröja mellan flera månader till år. Många slutade att använda öronproppar eller provade aldrig att använda de. Nästan hälften av musikerna slutade använda sina öronproppar p.g.a. ocklusionseffekten eller ovanan att höga frekvenser dämpades. Bomullstussar i öronen rekommenderas inte eftersom de dämpade väldigt lite, särskilt de höga frekvenserna (Laitinen et al., 2008).

I Tyskland gjordes en studie 2008 där forskarna undersökte användningen av öronproppar, hörtrösklar och DPOAE hos musikerelever och yrkesmusiker (Emmerich, Rudel & Richter, 2008). Frekvensspektra och ljudintensitetsnivån uppmättes med hjälp av dosimetrar i övningsrum, orkesterdike och olika positioner i orkestern under maximalt 4 timmar. 63 % av musikerna använde aldrig öronproppar, 18% sällan, 17 % ofta och 2 % anpassade individuella öronproppar. Högsta ljudtrycksnivå för hela orkestern uppmättes till 92,9 dBA med toppar högre än 100 dBA, särskilt i frekvensområdet från 63 Hz till 2 kHz. Ljudnivån ökade något när de spelade i orkesterdiket jämfört med övningsrummet på grund av ljudreflektioner. Även mätningen från dosimetern visade att den kontinuerliga ljudnivån överskred 85 dBA för alla instrumentgrupperna (Emmerich et al., 2008). Mer än 50 % av yrkesmusikerna drabbades av tinnitus p.g.a. stress eller för hög ljudexponering. Bland violinister rapporterade mer än 60 % att de hade tinnitus som förekom oftare i vänster öra (Emmerich et al., 2008).

Yrkesmusiker har en bred repertoar som varierar i ljudstyrka och därför är inte lösningen att generellt spela tystare utan att istället utbilda musikerna i hörselprevention, rekommendera de att använda öronproppar och rekommendera de att vistas i bullerfria miljöer efter övningar eller framföranden. Yrkesmusiker bör också kontrollera sin hörsel regelbundet med OAE för att i ett tidigt skede upptäcka förändringar av hörselfunktionen. Arbetsmiljön går också att förändra med anpassade ljudskärmar (Emmerich et al., 2008).

DISKUSSION

Metoddiskussion

Vi valde att göra en litteraturstudie om diplakusis för att ämnet var ovanligt och det skulle vara intressant för oss som audionomer att få mer kunskap om. Fördelen med att göra en litteraturstudie var att vi kunde välja det ämne vi var intresserade av. Det som var svårt var att bedöma hur mycket förkunskap som krävdes av oss när man väl börjar granska artiklarna. Vi tror att det hade varit svårt att göra t ex en djupintervju innan denna litteraturstudien med tanke på den bristande kunskap vi hade om diplakusis. I framtiden hade det varit intressant att göra en eller flera djupintervjuer hos yrkesmusiker som upplever sig ha diplakusis eller har fått den diagnosen för att få en bredare bild av fenomenet. Diplakusis är ett begrepp som diskuteras av läkare, fysiker och forskare, därför insåg vi att artiklarna var väldigt avancerade vilket försvårade vår granskning. Detta försvårade vår kvalitetssäkring av artiklarna och ledde till att vi utgick ifrån artiklar som var vetenskapligt granskade (peer review) vilket betyder att de var granskade av flera forskare. Alla artiklarna var skrivna på engelska och ibland var det svårt att skriva en likvärdig svensk översättning. Databasen Pubmed har varit lätt att använda och har hjälpt oss att hitta relevanta artiklar till vår litteraturstudie. Vi har fått pröva oss fram med olika sökord innan vi hittade alla artiklarna. Men på grund av att det inte finns mycket forskning inom ämnet diplakusis som huvudbegrepp fick vi gå tillbaka till artiklar från 1907. Alla artiklarna har använt sig av en kvantitativ metod bortsett från studien av Beach et al. (2017) som använde sig av en kvalitativ metod.

Resultatdiskussion

Vårt resultat visar att diplakusis kan ha flera bakomliggande orsaker vilka är främst kopplade till innerörat och vidare till hjärnan (Colin et al., 2016; Brännström et al., 2008; Knight, 2004). Det finns även vissa sjukdomar som kan orsaka skev tonhöjdsuppfattning t ex virus eller Ménières sjukdom (Knight, 2004; Brännström et al., 2008). Vi har endast hittat tre vetenskapliga artiklar om diplakusis där en författargrupp uppger att det finns för lite forskning inom området för att uppskatta en prevalens (Colin et al., 2016). Musiker är en riskgrupp som kan drabbas av diplakusis vilket kan ge förödande konsekvenser eftersom de är beroende av att kunna höra och bedöma tonhöjden med sitt instrument. Detta gäller särskilt stråkmusiker där ljudnivån kan skilja sig markant binauralt (Schmidt et al., 2011).

Det finns flera preventiva åtgärder för att förebygga diplakusis visar flera av våra granskade artiklar. Den viktigaste preventionsåtgärden är att använda hörselskydd, t ex öronproppar med filter för att balansera frekvensdämpningen (Zander et al., 2008). Genom att använda hörselskydd minskas risken för diplakusis och hjälper musikern att klara av höga ljudvolym och höga frekvenser. En baksida med öronproppar är ocklusionseffekten som kan göra att musikern får svårt att bedöma dynamiken och ökar oron för missförstånd (Beach et al., 2017). Genom att informera och uppmuntra fler musiker att använda sina hörselskydd kan det bidra till att fler använder de (Zander et al. 2008; Laitinen et al. 2008). Akustiska skärmar eller utökat avstånd mellan musikerna är ytterligare preventiva åtgärder menar flera av våra granskade artiklar (Beach et al., 2017; Laitinen et al., 2008; McBride et al., 1992). Arbetsmiljöverket (2009) rekommenderar yrkesmusiker att ta pauser i tysta miljöer för att minska risken för en temporär och/eller permanent hörselnedsättning. Mindre lokaler ökar ljudnivåerna när symfonimusiker spelar och därför bör också konsertsalens storlek och akustik anpassas efter vilka verk som spelas (Arbetsmiljöverket, 2009). Enligt Laitinen et al. (2008) är det viktigt att utveckla hörselskydd som musikerna snabbt kan vänja sig vid och att de får utbildning i hur de hanterar de. Det finns även studier som talar emot att hörselskydd är en bra preventionsåtgärd på grund av att det orsakar ocklusionseffekt och stör kommunikationen (Chesky, Pair, Yoshimura & Landford, 2009). Vi anser att ocklusionseffekten kan bero på att användaren inte är van och ger upp under tillvänjningstiden. Fler yrkesmusiker behöver få utbildning hur de ska hantera sina öronproppar och få information om riskerna att långsiktigt inte använda öronproppar under höga exponeringsnivåer.

Angående binaural diplakusis vill vi särskilt lyfta fram studien av Colin et al. (2016) och Brännström et al. (2008) som menar att en asymmetrisk hörselnedsättning och/eller obalans i innerörat ger upphov till detta. Med denna nya kunskap kan alltså musiker med asymmetrisk hörselnedsättning ha en ökad risk att drabbas av binaural diplakusis som inte går tillbaka om det beror på att hårceller har skadats. En tysk och australiensisk studie menar att just stråkmusiker har en större risk att drabbas av en asymmetrisk hörselnedsättning, särskilt konsertmästare och violaspelare (Schmidt et al., 2011; Emmerich et al., 2008). Violinister använder dessutom hörselskydd oftare i vänster öra (Laitinen et al., 2008). Vi menar att musiker med diplakusis, särskilt stråkmusiker, kommer att ha svårare att spela rätt på greppbrädan om de inte kan höra om tonen är rent och kan då inte arbeta som yrkesmusiker.

Det finns ingen strikt definition hur mycket den interaurala differensen bör vara eftersom den skiljer sig mellan olika studier. I Jansens studie (2009) räknades diplakusis när den interaurala differensen översteg 1 %. Dessutom exkluderades deltagare med asymmetrisk hörselnedsättning vilket vi tror hade ökat förekomsten av diplakusis (Jansen et al., 2009). I en annan studie definierades diplakusis vid en interaural skillnad på 1,5 % (Brännström et al., 2008).

Vi är något kritiska till resultatet av Beach et al. (2017) studie där de presenterar för- och nackdelar med öronproppar generellt utifrån flera djupintervjuer. För att kunna förstå varför det blev antingen en fördel eller nackdel behöver vi också veta vilket typ av hörselskydd som musikerna har använt sig av och vilket de i så fall inte ska fortsätta att använda, t ex vanliga skumproppar som har ökad risk för distorsioner (Zander et al., 2008). Studien av Knight (2004) visar att DPOAE kan hitta förändringar av de cochleära mekanismerna som är kopplade till diplakusis men att det behövs mer forskning för att bekräfta detta. Det var också svårt för oss att förstå fysiken bakom DPOAE eftersom vi saknar förkunskaper och är i grunden inga fysiker. Särskilt studien av Long (1998), som undersökte hur SOAE förändrades vid aspirinkonsumtion, var för avancerad för att få en djupare förståelse. Vi efterlyser mer forskning som är mer riktad till audionomer som förvärvsarbetar eller forskar. Efter vår granskning av artiklarna tror vi att det kan finnas musiker som lider av någon form av diplakusis i det tysta på grund av okunskap.

Syftet med litteraturstudien uppfylldes men vi hade förväntat oss mer fakta om diplakusis och att artiklarna skulle vara mer inriktade till audionomer mer än till läkarkåren och/eller fysiker, speciellt med hänsyn till att det är audionomer som utför OAE som kliniker. Vår studie har gett oss en djupare förståelse över binaural diplakusis komplexitet och vilka bakomliggande orsaker som finns. Många musiker arbetar i en arbetsmiljö där de ska använda hörselskydd enligt arbetsmiljöverkets riktlinjer. Därför behöver arbetsgivarna arbeta med att informera yrkesmusiker preventivt och förbättra arbetsmiljön genom att t ex lägga om schemat och ordna tysta rum för att de ska få hörselvila (Beach et al., 2017; Emmerich et al., 2008).

Vi hoppas att denna litteraturstudie har väckt ett intresse hos alla audionomer. Om fler audionomer känner till fenomenet diplakusis kan fler musiker som söker till hörselvården få tips och råd om hur de kan påverka sin arbetssituation. Vi skulle önska fler studier om diplakusis som huvudbegrepp och dess prevalens. Vi önskar också mer forskning kring kopplingen mellan OAE och diplakusis. Det skulle vara intressant att göra en studie om hur

musiker med asymmetrisk hörselnedsättning lateraliserar, samspelar med orkestern och hur det påverkar om de dessutom har diplakusis. Våra studier har främst varit inriktade till binaural diplakusis pga begränsat forskningsområde. Det skulle vara intressant att forska om diplakusis binauralis echoica och/eller diplakusis monoauralis dysharmonica i en studie.

Klinisk relevans

Studien har fått oss som blivande audionomer att tänka till inför vårt kommande kliniska arbete med patienter som har svårigheter att inte kunna höra musik längre för att det låter ”falskt”. Diplakusis bör finnas i åtanken precis som tinnitus, särskilt för patienter med asymmetriska hörselnedsättningar och yrkesmusiker. Genom att informera om hörselskydd, regelverk och risker arbetar vi som audionomer preventivt för att minska risken för diplakusis. Audionomer kan också arbeta med att förändra attityder kring hörselskydd för att på så sätt öka användningsfrekvensen. Eftersom aspirin kan släcka ut OAE är det viktigt att patienten inte konsumerar aspirin innan vi gör OAE-mätningar (Kemp, 2002; Long, 1998) vilket är också något vi kan informera patienten om. Utifrån artiklarna som vi har läst och granskat har man kunnat koppla att OAE kan ge svar som tyder på diplakusis.

Hållbarhet som begrepp

Ju fler musiker som använder hörselskydd desto mindre är risken för att de utvecklar en hörselnedsättning. Musiker som väljer att inte använda hörselskydd riskerar att utveckla en bullerskada, tinnitus och/eller diplakusis. Det är därför viktigt att arbetsgivarna får utbildning som de sedan kan vidarebefordra till sina anställda och att de tar del av arbetsmiljöverkets föreskrifter angående hörselskyddsanvändning (Johansson et al., 2002). En enkel metod att ta reda på om yrkesmusikern har en misstänkt bullerskada är att utföra regelbundna OAE-mätningar. För en hållbar utveckling på globalnivå är det också viktigt att hörselskydden är tillverkade av godkända miljövänliga ämnen och att rätt typ av hörselskydd används till rätt ändamål så att inga slängs i onödan.

KONKLUSION

Det behövs mer forskning om diplakusis, särskilt inom etiologi, prevalens samt olika behandlingsåtgärder.

Våra slutsatser från denna litteraturstudie är följande:

- Sjukdomar och skador i innerörat kan leda till diplakusis
- Yrkesmusiker har en ökad risk att förvärva en asymmetrisk hörselnedsättning som i sin tur kan öka risken för diplakusis
- Hörselskydd är en av de viktigaste preventionsåtgärder för att förebygga diplakusis
- Information är också en viktig preventionsåtgärd
- Det finns ingen strikt definition av diplakusis eller prevalens
- OAE kan ha ett diagnostiskt värde för diplakusis

REFERENSER

- Albers, G. D., & Wilson, W. H. (1968a). Diplacusis: I. Historical Review. *Archives of Otolaryngology*, 87(6), 601-603.
- Albers, G. D., & Wilson, W. H. (1968b). Diplacusis: II. Etiology. *Archives of Otolaryngology*, 87(6), 604-606
- Albers, G. D., & Wilson, W. H. (1968c). Diplacusis: III. Clinical Diplacusimetry. *Archives of Otolaryngology*, 87(6), 607-614.
- Arbetsmiljöverket. (2009). *Musik och höga ljudnivåer – Praktiska riktlinjer för musik- och underhållningsbranschen*. Stockholm: Arbetsmiljöverket.
- Beach, E. F., & O'Brien, I. (2017). In their own words: Interviews with musicians reveal the advantages and disadvantages of wearing earplugs. *Medical Problems of Performing Artists*, 32(2), 101-110.
- Brännström, K. J., & Grenner, J. (2008). Long-term measurement of binaural intensity matches and pitch matches. I. Normal hearing. *International Journal of Audiology*, 47(2), 59-66.
- Burns, E. M. (1982). Pure-tone pitch anomalies. I. Pitch-intensity effects and diplacusis in normal ears. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 72(5), 1394-1402.
- Chesky, K., Pair, M., Yoshimura, E., & Landford, S. (2009). An evaluation of musician earplugs with college music students. *International Journal of Audiology*, 48(9), 661-670.
- Colin, D., Michey, C., Girod, A., Truy, E., & Gallego, S. (2016). Binaural Diplacusis and Its Relationship with Hearing-Threshold Asymmetry. *PLoS ONE*, 11(8), 1-16.
- Emmerich, E., Rudel, L., & Richter, F. (2008). Is the audiologic status of professional musicians a reflection of the noise exposure in classical orchestral music? *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, 265(7), 753-758.
- Glatcke T.J & Robinette M.S. (2007). *Otoacoustic Emissions*. In R. Roeser, M. Valente, & H. Hosford-Dunn (Eds.), *Audiology: Diagnosis* (2.nd ed.). New York: Thieme.

- Jansen, E. J. M., Helleman, H. W., Dreschler, W. A., & Laats, J. A. P. M. (2009). Noise induced hearing loss and other hearing complaints among musicians of symphony orchestras. (Report). *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82(2), 153-164.
- Johansson, B. & Backteman, O. (2002). *Buller och bullerbekämpning*. (4. uppl.) Solna: Arbetsmiljöverket.
- Kemp, D. (2002). Otoacoustic emissions, their origin in cochlear function, and use. *British Medical Bulletin*, 63, 223-41.
- Knight, R. (2004). Diplacusis, hearing threshold and otoacoustic emissions in an episode of sudden, unilateral cochlear hearing loss. *International Journal of Audiology*, 43(1), 45-53.
- Koskinen, H., Toppila, E., & Olkinuora, P. (2010). Facilities for Music Education and Their Acoustical Design. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 16(1), 93-104.
- Kähäri, K., & Arbetslivsinstitutet. (2004). *Hörselhälsa: Ett studiematerial för grundskolan*. Stockholm: Arbetslivsinstitutet.
- Kähäri, K., Axelsson, A., Hellström, P., & Zachau, G. (2001). Hearing assessment of classical orchestral musicians. *Scandinavian Audiology*, 2001, Vol.30(1), 13-23.
- Laitinen, H., & Poulsen, T. (2008). Questionnaire investigation of musicians use of hearing protectors, self reported hearing disorders, and their experience of their working environment. *International Journal of Audiology*, 47(4), 160-168.
- Long, G. (1998). Perceptual consequences of the interactions between spontaneous otoacoustic emissions and external tones. I. Monaural diplacusis and aftertones. *Hearing Research*, 119(1), 49-60.
- Mcbride, D., Gill, F., Proops, D., Harrington, M., Gardiner, K., & Attwell, C. (1992). Noise and the classical musician. *British Medical Journal*, 305(6868), 1561-1563.
- Rodrigues, M., Amorim, M., Silva, M., Neves, P., Sousa, A., & Inácio, O. (2015). Sound Levels and Risk Perceptions of Music Students During Classes. *Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A*, 78(13-14), 825-839.

Salvi R. J., Sun W. & Lobarinas E. (2007). *Anatomy and Physiology of the Peripheral Auditory System*. In R. Roeser, M. Valente, & H. Hosford-Dunn (Eds.), *Audiology: Diagnosis* (2.nd ed.). New York: Thieme.

Schink, T., Kreutz, G., Busch, V., Pigeot, I., & Ahrens, W. (2014). Incidence and relative risk of hearing disorders in professional musicians. *Occupational and Environmental Medicine*, 71(7), 472-476.

Schmidt, J., Pedersen, E., Juhl, P., Christensen-Dalsgaard, J., Andersen, T., Poulsen, T., & Bælum, J. (2011). Sound Exposure of Symphony Orchestra Musicians. *Annals of Occupational Hygiene*, 55(8), 893-905.

Shambaugh, G. (1907). A restudy of the minute anatomy of structures in the cochlea with conclusions bearing on the solution of the problem of tone perception. *American Journal of Anatomy*, 7(2), 245-257.

Shambaugh, G. (1940). Diplacusis: A localizing symptom of disease of the organ of corti. *Archives of Otolaryngology*, 31(1), 160-184.

Zander, M.F., Spahn, C., & Richter, B. (2008). Employment and acceptance of hearing protectors in classical symphony and opera orchestras. *Noise and Health*, 10(38), 14-26.

BILAGA 1 – Översikt av artiklar

Publicationsår Land	Författare	Titel	Metod Urval	Slutsats
2016 Frankrike	Colin et al.	Binaural Diplacusis and Its Relationship with Hearing-Threshold Asymmetry	Kvantitativ n: 55	3 av 4 teorier stämde överens med diplakusis, t ex är binaural diplakusis vanligare hos individer med asymmetrisk hörselnedsättning än normalhörande.
2009 Nederländerna	Jansen et al.	Noise induced hearing loss and other hearing complaints among musicians of symphony orchestras	Kvantitativ n: 241	Yrkesmusiker har en större risk för att drabbas av hyperakusis, tinnitus och diplakusis vilket pekar på en ökad risk för bullerinducerad hörselnedsättning. OAE hade ett lågt diagnostiskt värde.
2008 Sverige	Brännström et al.	Long-term measurement of binaural intensity matches and pitch matches. I. Normal hearing.	Kvantitativ n: 10	Metoden är tillförlitlig förutsatt att deltagaren kan skilja tonhöjder exakt.
2004 Storbritannien	Knight	Diplacusis, hearing threshold and otoacoustic emissions in an episode of sudden, unilateral cochlear hearing loss	Kvantitativ Fallstudie	DPOAE kan avslöja förändringar i de cochleära mekanismerna som är kopplat till diplakusis.
2011 Australien	Schmidt et al.	Sound Exposure of Symphony Orchestra Musicians	Kvantitativ n: 54	Exponeringsnivån påverkades av vilket typ av instrument, position och musikstycke.

Publikationsår Land	Författare	Titel	Metod Urval	Slutsats
2008 Tyskland	Emmerich et al.	Is the audiologic status of professional musicians a reflection of the noise exposure in classical orchestral music?	Kvantitativ n: 219	Violinister hade störst utfall av asymmetrisk hörselnedsättning. Yrkesmusiker bör kolla sin hörsel regelbundet och vila öronen efter övning/framträdande.
2015 Portugal	Rodrigues et al.	Sound Levels and Risk Perceptions of Music Students During Classes	Kvantitativ n: 264.	Både mätningar och formulären visade att studenterna är utsatta för buller och riskerar att få en bullerskada.
2017 Australien	Beach et al.	In their own words: Interviews with musicians reveal the advantages and disadvantages of wearing earplugs	Kvalitativ n: 23	Användning av öronproppar minskar smärta, trötthet men kan ge upphov till kommunikationsproblem och ocklusionseffekt
2008 Finland	Laitinen et al.	Questionnaire investigation of musicians use of hearing protectors, self reported hearing disorders, and their experience of their working environment	Kvantitativ n: 145	43 % av yrkesmusikerna hade ingen erfarenhet att använda öronproppar, 83% använde de ibland och 29% slutade använda öronproppar p.g.a. hantering.
1992 Storbritannien	Mcbride et al.	Noise and the classical musician.	Kvantitativ n: 89	Studien pekar på att yrkesmusiker har en större risk att drabbas av en arbetsrelaterad bullerskada.

Publikationsår Land	Författare	Titel	Metod Urval	Slutsats
2008 Tyskland	Zander et al.	Employment and acceptance of hearing protectors in classical symphony and opera orchestras.	Kvantitativ n: 429	Enkätsvaren visade att mindre än 1 av 6 använde individuellt anpassade öronproppar.
2010 Finland	Koskinen et al.	Facilities for Music Education and Their Acoustical Design.	Kvantitativ n: 31	Ljudnivån blev oförändrad, efterklangstiden minskades.
1998 USA	Long	Perceptual consequences of the interactions between spontaneous otoacoustic emission and external tones	Kvantitativ n: 3	Aspirin har en god effekt på diplakusis då OAE släcks ut.